



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

**Applicant:** SHOWA CORPORATION

**Serial Number:** 10802214

**Filed:** 03/17/2004

**For:** NEUTRAL POINT VOLTAGE REGULATOR OF TORQUE SENSOR

**Docket Number:** 13778

**COMMUNICATION**

Hon. Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Alexandria, VA 22313

May 14, 2004

Sir:

Enclosed herewith is the Priority Document in the form of a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-272670 as filed on July 10, 2003. Please include it as part of the record file.

Respectfully submitted,

Keith H. Orum  
Attorney Registration No. 33985  
Attorney for Applicant

ORUM & ROTH  
53 WEST JACKSON BOULEVARD  
CHICAGO, ILLINOIS 60604-3606  
TELEPHONE: (312) 922-6262

**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner of Patents and Trademarks, Alexandria, VA 22313, on May 14, 2004.

  
Chrissy Stein

(Translation)

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : July 10, 2003  
Application Number : Japanese Patent Application  
No. 2003-272670  
Applicant(s) : SHOWA CORPORATION

Date of this 29th day of March 2004

Commissioner,  
Patent Office

Yasuo IMAI  
(Sealed)

Certificate No. 2004-3025559

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 7月10日

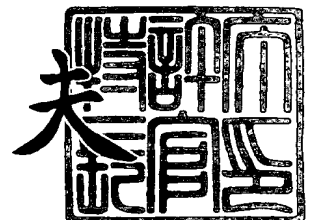
出願番号  
Application Number: 特願2003-272670  
[ST. 10/C]: [JP 2003-272670]

出願人  
Applicant(s): 株式会社ショーワ

2004年 3月29日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3025559

【書類名】 特許願  
【整理番号】 PSW219  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01L 3/10  
B62D 5/04

【発明者】  
【住所又は居所】 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 1 1 2 番地 1 株式会社ショーワ 4 輪  
開発センター内  
【氏名】 古賀 慎介

【発明者】  
【住所又は居所】 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 1 1 2 番地 1 株式会社ショーワ 4 輪  
開発センター内  
【氏名】 上野 貴幸

【特許出願人】  
【識別番号】 000146010  
【氏名又は名称】 株式会社ショーワ

【代理人】  
【識別番号】 100067840  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 江原 望

【選任した代理人】  
【識別番号】 100098176  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 中村 訓

【選任した代理人】  
【識別番号】 100112298  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 小田 光春

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 044624  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

トルクに応じて互いに逆方向にインダクタンスが変化する一対のコイルと、  
前記一対のコイルの各インダクタンス変化に基づく第 1 電圧と第 2 電圧の電圧差に基づきトルク検出電圧を出力するトルク検出手段とを備えたトルクセンサにおいて、  
中立状態における前記トルク検出電圧の温度特性であって基準温度に基準中立点電圧が対応する理想温度特性を記憶する理想温度特性記憶手段と、  
トルクセンサの温度を検出する温度検出手段と、  
組立後の中立状態において測定された前記トルク検出手段の測定トルク検出電圧と、その測定時に前記温度検出手段により検出された検出温度と、前記理想温度特性記憶手段が記憶する理想温度特性とに基づいて中立点調整電圧を算出する調整電圧演算手段と、  
前記調整電圧演算手段が算出した中立点調整電圧により前記トルク検出手段のトルク検出電圧を調整する電圧調整手段とを備えたことを特徴とするトルクセンサの中立点電圧調整装置。

**【請求項 2】**

前記調整電圧演算手段は、前記理想温度特性から前記検出温度に対応する算出トルク検出電圧を求め、同算出トルク検出電圧と前記測定トルク検出電圧との電圧差を中立点調整電圧として算出することを特徴とする請求項 1 記載のトルクセンサの中立点電圧調整装置。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】トルクセンサの中立点電圧調整装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、互いに逆方向に変化するインダクタンスを持つ一対のコイルのインダクタンス変化に基づいてトルクを検出するトルクセンサにおける中立状態における電圧調整を行う中立点電圧調整装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

斯かるトルクセンサは、トルクに応じて互いに逆方向にインダクタンスが変化する一対のコイルの各インダクタンス変化に基づく第1電圧と第2電圧の電圧差をトルク検出電圧とし、同トルク検出電圧をもとにトルクを検出することが行われている。

## 【0003】

しかし、コイル自体が温度特性を有するとともに、トルクセンサの構成部品例えば全体ハウジング等の熱膨張などによる温度変化がトルク検出出力に影響して正確なトルクの検出を妨げている。

## 【0004】

そこで同出願人は、一対のコイルのインダクタンス変化に基づく第1温度検出用電圧と第2温度検出用電圧を加算した電圧から温度を検出する検出回路を付設し、同検出回路の検出温度により前記トルク検出電圧の値を補正する温度補償装置を提案している（特許文献1参照）。

## 【0005】

【特許文献1】特開2003-50167号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

中立状態における前記トルク検出電圧の基準中立点電圧は所定の一定電圧であるとして検出温度からトルク検出電圧を補正しているが、実際には部品およびその組付けのバラツキ等により中立点電圧は必ずしも所定電圧とならない。

## 【0007】

したがってトルクセンサの組立後に、中立状態でトルク検出電圧を測定して基準中立点電圧との電圧差をさらに補正することが必要であり、それも温度が異なればトルク検出電圧も変化してしまうので、基準温度における基準中立点電圧を設定して基準温度に維持された作業場で部品の組付けを行って、トルクセンサの組立後に基準温度状態のまま中立状態でトルク検出電圧を測定し基準中立点電圧との電圧差を調整電圧として求めなければならない。

## 【0008】

温度設定を間違えば正確な調整電圧は得られないので、作業場の温度管理を徹底して行わなければならない、いつでも何処でもトルクセンサの組立てを行い調整電圧を求めるためのトルク検出電圧を測定することはできなかった。

## 【0009】

本発明は、かかる点に鑑みなされたもので、その目的とする処は、組立作業場の温度管理は不要でいつでも何処でもトルクセンサの組立ておよび機械的ばらつきを除去する調整電圧を求めるためのトルク検出電圧の測定を行うことができるトルクセンサの温度補償装置を供する点にある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

上記目的を達成するために、本請求項1記載の発明は、トルクに応じて互いに逆方向にインダクタンスが変化する一対のコイルと、前記一対のコイルの各インダクタンス変化に基づく第1電圧と第2電圧の電圧差に基づきトルク検出電圧を出力するトルク検出手段と

を備えたトルクセンサにおいて、中立状態における前記トルク検出電圧の温度特性であって基準温度に基準中立点電圧が対応する理想温度特性を記憶する理想温度特性記憶手段と、トルクセンサの温度を検出する温度検出手段と、組立後の中立状態において測定された前記トルク検出手段の測定トルク検出電圧と、その測定時に前記温度検出手段により検出された検出温度と、前記理想温度特性記憶手段が記憶する理想温度特性とに基づいて中立点調整電圧を算出する調整電圧演算手段と、前記調整電圧演算手段が算出した中立点調整電圧により前記トルク検出手段のトルク検出電圧を調整する電圧調整手段とを備えたトルクセンサの中立点電圧調整装置とした。

#### 【0011】

中立状態におけるトルク検出電圧の温度特性であって基準温度に基準中立点電圧が対応する理想温度特性を記憶しているので、トルク検出電圧測定と同時にトルクセンサの温度を検出すれば、調整電圧演算手段により中立点調整電圧を算出できるので、温度環境に影響されずにいつでも何処でもトルクセンサの組立てを行い調整電圧を求めるためのトルク検出電圧を測定することができ、算出された該調整電圧によりトルク検出電圧を調整することで、部品およびその組付けのバラツキによる影響を吸収することができる。

#### 【0012】

請求項2記載の発明は、請求項1記載のトルクセンサの中立点電圧調整装置において、前記調整電圧演算手段は、前記理想温度特性から前記検出温度に対応する算出トルク検出電圧を求め、同算出トルク検出電圧と前記測定トルク検出電圧との電圧差を中立点調整電圧として算出することを特徴とする。

#### 【0013】

理想温度特性の測定温度に対応する算出トルク検出電圧と測定トルク検出電圧との電圧差は、基準温度において測定したと仮定したときのトルク検出電圧と基準中立点電圧との電圧差（部品およびその組付けのバラツキにより生じる電圧差）に等しく、よって基準温度に維持してトルク検出電圧を測定する必要はない。

【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0014】

以下本発明に係る一実施の形態について図1ないし図6に基づき説明する。

本実施の形態に係るトルクセンサ1は、車両のパワーステアリング装置に適用されたもので、その概略構造を図1に示す。

#### 【0015】

ハウジング2にベアリング5、6を介して回転自在に軸支され同軸に挿入された入力軸3と出力軸4とが、内部でトーションバー7により連結されている。

円筒状のコア8が出力軸4の大径端部4aの外周面にセレーション嵌合して出力軸4に対して軸方向にのみ摺動自在に設けられ、入力軸3より突設されたスライドピン9が大径端部4aの周方向に長尺の長孔を貫通して前記コア8のスパイラル溝8aに係合している。

#### 【0016】

ハウジング2の内部に支持された2個のトルク検出用のコイル11、12が、軸方向に摺動する円筒状のコア8の外周に空隙を介して設けられている。

該2個のコイル11、12は、コア8の軸方向の移動中心に関して互いに反対側に配置されている。

#### 【0017】

入力軸3に捩じり力が作用すると、トーションバー7を介して出力軸4に回転力が伝達されるが、トーションバー7は弾性変形して入力軸3と出力軸4との間に回転方向の相対的変位が生じる。

この回転方向の相対的変位は、スライドピン9とスパイラル溝8aとの係合を介してコア8を軸方向に摺動させる。

#### 【0018】

コア8が軸方向に移動すると、コイル11、12のそれぞれコア8を囲む面積が変化し、一

方の面積が増すと他方の面積が減る関係にある。

コア 8 を囲む面積が大きくなると、磁気損失が増えコイルのインダクタンスは減り、逆にコア 8 を囲む面積が小さくなると、磁気損失が減りコイルのインダクタンスは増す。

#### 【0019】

したがってコア 8 がコイル 11 側に移動するトルクが作用したときは、コイル 11 のインダクタンス  $L_1$  が減少し、コイル 12 のインダクタンス  $L_2$  が増加し、逆にコア 8 がコイル 12 側に移動するトルクが作用したときは、コイル 11 のインダクタンス  $L_1$  が増加し、コイル 12 のインダクタンス  $L_2$  が減少する。

#### 【0020】

このトルクセンサ 1 のコイル 11, 12 のインダクタンス  $L_1$ ,  $L_2$  の変化に基づいてトルクを検出する電氣的回路を概略構成図として図 2 に示す。

コイル 11, 12 は互いに一端が接続され、その接続端と各他端から信号線が延び、電子コントロールユニット ECU に配設されたトルク検出回路 20 の接続端子に接続される。

#### 【0021】

トルク検出回路 20 内では、コイル 11, 12 の接続端は接地され、各他端はそれぞれ抵抗 13, 14 を介してトランジスタ 15 のエミッタ端子に接続されている。

トランジスタ 15 は、コレクタ端子に定電圧が掛かり、ベース端子には交流電圧が入力される。

#### 【0022】

コイル 11 と抵抗 13 の接続部から延出した電圧信号線 16 がコンデンサ 21 を介して平滑回路 23 に接続され、コイル 12 と抵抗 14 の接続部から延出した電圧信号線 17 がコンデンサ 22 を介して平滑回路 24 に接続されている。

#### 【0023】

すなわちコイル 11, 12, 抵抗 13, 14 によりブリッジ回路が構成され、該ブリッジ回路に発振電圧が入力され、その出力電圧が平滑回路 23, 24 に入力され、平滑されて第 1, 第 2 電圧  $V_1$ ,  $V_2$  として出力される。

#### 【0024】

第 1, 第 2 電圧  $V_1$ ,  $V_2$  は、それぞれ抵抗 25, 26 を介して演算増幅器である差動アンプ 27 の反転入力端子、非反転入力端子に入力される。

差動アンプ 27 には、抵抗 28 により負帰還がかけられて差動増幅器として機能し、その出力は、トルク検出電圧  $V_t$  として CPU 30 に入力される。

なお差動アンプ 27 の非反転入力端子には、バイアス電圧  $V_0$  が入力される。

#### 【0025】

したがって差動アンプ 27 は、第 1 電圧  $V_1$  と第 2 電圧  $V_2$  の差を増幅度  $A$  倍し、バイアス電圧  $V_0$  を加えた電圧をトルク検出電圧  $V_t$  として出力する。

すなわちトルク検出電圧  $V_t$  は、

$$V_t = (V_2 - V_1) \cdot A + V_0$$

である。

#### 【0026】

なお右操舵トルク（右方向の捩じりトルク）と左操舵トルク（左方向の捩じりトルク）のいずれにも偏しない中立時のトルク検出電圧  $V_t$  を中立点電圧と称し、正常時上記バイアス電圧  $V_0$  が中立点電圧となる。

#### 【0027】

本トルクセンサ 1 は、以上のような概略回路構成をなし、その動作を第 1, 第 2 電圧  $V_1$ ,  $V_2$  及びトルク検出電圧  $V_t$  の様子を示した図 3 に基づいて以下説明する。

図 3 において示された座標は、縦軸を電圧とし、横軸右方向を右操舵トルク、横軸左方向を左操舵トルクとして原点 0 が中立点である。

#### 【0028】

図 3 は、部品や組付け時のばらつきによる誤差が全くないトルクセンサ 1 が正常に動作したときのもので、右操舵トルクが大きくなると、入力軸 3 と出力軸 4 の相対的回転によ



りコア8がコイル11側に移動し、コイル12のインダクタンス $L_2$ を増加してその誘導起電力を大きくし、逆にコイル11のインダクタンス $L_1$ を減少させてその誘導起電力を小さくするので、第2電圧 $V_2$ が大きくなり、第1電圧 $V_1$ が小さくなる(図3(1)参照)。

#### 【0029】

また左操舵トルクが大きくなる場合は、上記とは逆に第2電圧 $V_2$ が小さくなり、第1電圧 $V_1$ が大きくなる(図3(1)参照)。

したがって両者の差をA倍してバイアス電圧を加えた差動アンプ27の出力であるトルク検出電圧 $V_t$ は、図3(2)に示すように中立点でバイアス電圧 $V_0$ を通る右上がりの傾斜線となる。

#### 【0030】

この図3(2)のグラフに示すトルク検出電圧 $V_t$ の傾斜線に基づいてトルク検出電圧 $V_t$ から左右への操舵トルクを検出できる。

#### 【0031】

CPU30は、トルク検出電圧 $V_t$ に基づきモータ制御の指示信号をモータドライバ32に出力し、モータドライバ32によりステアリングを補助するモータ33が駆動される。

したがってステアリング操作において操舵トルクに応じたモータ33の補助が得られる。

#### 【0032】

以上のようなパワーステアリングの制御機構において、トルクセンサ1の温度による影響は避けられない。

第1電圧 $V_1$ と第2電圧 $V_2$ の互いの電圧差からトルク検出電圧 $V_t$ を求めているので、各コイル11, 12自体の温度変化は互いに相殺されてトルク検出電圧 $V_t$ に殆ど影響を与えないが、トルクセンサ1のコア8やスライダピン9等の構造部品やハウジング2の熱膨張による歪みは第1, 第2電圧 $V_1$ ,  $V_2$ にそれぞれ別個に影響し、よってトルク検出電圧 $V_t$ が変動して正確なトルクが得られない。

#### 【0033】

そこで本トルクセンサ1には、温度センサ35が備えられており、温度センサ35による温度検出信号はCPU30に入力される。

CPU30は、入力された温度検出信号によって別途入力されているトルク検出電圧 $V_t$ を補正してコイル自身の温度変化以外の他の構成部品に依存する温度変化に影響されない正確な操舵トルクを検出し、モータ33の駆動に供することができる。

#### 【0034】

トルク検出電圧 $V_t$ の温度補正については、例えばトルク検出電圧 $V_t$ についても左右の操舵が中立状態でのトルク検出電圧 $V_{t0}$ の温度特性を測定し、これをCPU30が記憶しておく。

#### 【0035】

図4に中立状態でのトルク検出電圧 $V_{t0}$ の温度特性を示す。

トルク検出電圧 $V_t$ の中立状態での正常な電圧はバイアス電圧 $V_0$ で一定値であるが、温度の影響でずれが生じ傾斜した温度特性曲線(略直線)を示している。

#### 【0036】

温度センサ35によりトルクセンサ1の温度が検出されると、図4の温度特性に照らしてその時のトルク検出電圧 $V_{t0}$ からバイアス電圧 $V_0$ との電圧差 $\Delta V (=V_{t0} - V_0)$ を求める。

#### 【0037】

実際にトルク検出回路20により検出されたトルク検出電圧 $V_t$ を、この電圧差 $\Delta V$ を加算して $V_t + \Delta V$ に補正する。

この補正トルク検出電圧 $V_t + \Delta V$ から図3(2)に基づき実際の操舵トルクが検出される。

#### 【0038】

以上は部品や組付け時のばらつきによる影響が全くないとしたときのもので、実際はその影響があるため図4の温度特性にずれが生じる。

そこで中立状態におけるトルク検出電圧の温度特性であって基準温度  $T_f$  に基準中立点電圧  $V_o$  が対応する機械的ばらつきの少ないトルクセンサの理想温度特性を CPU30 のメモリ 31 に記憶しておく。

#### 【0039】

理想温度特性は、図 5 の座標を参照して基準温度  $T_f$  と中立点電圧  $V_o$  で示される基準座標点  $F(T_f, V_o)$  を通る傾き  $m$  の理想温度特性直線  $L_f$  によって示される。

通常の作業環境における温度範囲では温度特性は略直線で示される。

#### 【0040】

なお部品や組付け時のばらつきによる影響があっても組立てられたトルクセンサ 1 のトルク検出電圧の温度変化率すなわち図 5 の温度特性直線の傾き  $m$  はほぼ変わらない。

#### 【0041】

そしてトルクセンサ 1 の組立後にトルク検出電圧を測定すると同時に温度センサ 35 によりトルクセンサ 1 の温度を測定する。

このときの測定温度  $T_p$  と測定トルク検出電圧  $V_p$  が示す測定座標点  $P(T_p, V_p)$  を図 5 に示す。

#### 【0042】

すなわちこのトルクセンサ 1 のトルク検出電圧の温度特性は、図 5 に一点鎖線で示すような測定座標点  $P(T_p, V_p)$  を通り傾き  $m$  の温度特性直線  $L_p$  となる。

#### 【0043】

したがって平行な温度特性曲線  $L_p$  と理想温度特性直線  $L_f$  とのずれが、中立点電圧の調整電圧  $\Delta V_o$  であり、これを求めてメモリ 31 の特に EPROM に書き込んでおく。

以後トルク検出回路 20 のトルク検出電圧  $V_t$  を調整電圧  $\Delta V_o$  で調整することで、機械的ばらつきの影響を除去した正確なトルクを検出できる理想温度特性直線  $L_f$  に換算することができる。

#### 【0044】

以上の中立点調整電圧を算出する処理の手順を図 6 のフローチャートに従って説明する。

まずトルク検出電圧を測定して読み込み（ステップ 1）、フィルタ処理してノイズの影響を除去し測定トルク検出電圧  $V_p$  を求め（ステップ 2）、次いで温度センサ 35 によりトルクセンサの温度を検出して読み込み（ステップ 3）、フィルタ処理してノイズの影響を除去し検出温度  $T_p$  を求める（ステップ 4）。

#### 【0045】

そしてステップ 5 で測定トルク検出電圧  $V_p$  と検出温度  $T_p$  がそれぞれ調整可能な範囲内にあるか否かを判別し、少なくとも一方が調整範囲内になればステップ 10 に飛んで調整処理を中止し、このトルクセンサは異常であり使用不能である。

#### 【0046】

測定トルク検出電圧  $V_p$  と検出温度  $T_p$  がともに調整範囲内にあれば、ステップ 5 からステップ 6 に進み、予め記憶していた理想温度特性（基準温度  $T_f$ 、中立点電圧  $V_o$ 、温度変化率  $m$ ）を読み込む。

#### 【0047】

次のステップ 7 では理想温度特性直線  $L_f$  上の測定温度  $T_p$  に対応する算出トルク検出電圧  $V_{p'}$  を

$$V_{p'} = (T_p - T_f) \cdot m + V_o$$

の式を演算して求める。

#### 【0048】

そして次のステップ 8 では調整電圧  $\Delta V_o$  を、算出トルク検出電圧  $V_{p'}$  と測定トルク検出電圧  $V_p$  との差から、すなわち

$$\Delta V_o = V_{p'} - V_p$$

の式を演算して求める。

#### 【0049】

理想温度特性直線  $L_f$  上の測定温度  $T_p$  に対応する算出トルク検出電圧  $V_p'$  と測定トルク検出電圧  $V_p$  との電圧差である調整電圧  $\Delta V_o$  は、基準温度  $T_f$  において測定したと仮定したときのトルク検出電圧と基準中立点電圧  $V_o$  との電圧差すなわち部品およびその組付けのバラツキにより生じる電圧差に等しく、中立点電圧の調整電圧である。

【0050】

算出された調整電圧  $\Delta V_o$  は、メモリ (EPPROM) 31 に記憶される (ステップ 9)。

トルク検出回路 20 のトルク検出電圧  $V_t$  に調整電圧  $\Delta V_o$  を加算して調整することで、組付けばらつきが補正された正確なトルクを検出できる理想温度特性直線  $L_f$  に換算することができ、部品や組付け時のばらつきによる誤差があっても組立後にこの調整電圧  $\Delta V_o$  を求めて記憶し、以後トルク検出電圧  $V_t$  を調整電圧  $\Delta V_o$  で調整すれば機械的ばらつきの影響をなくした正確なトルクを検出することができる。

【0051】

この調整電圧  $\Delta V_o$  の算出は、トルクセンサ 1 の組立て完了後、いつでも何処でも実行することができ、従来のように基準温度に温度管理された作業場で組立てを行う必要はなく、また同基準温度下でトルク検出電圧の測定および調整を行う必要はない。

【産業上の利用可能性】

【0052】

自動車のパワーステアリングなどの左右操舵のトルクを検出するトルクセンサに用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図 1】 本発明の一実施の形態に係るトルクセンサの機械的部分の概略構成図である。

【図 2】 同トルクセンサの電氣的回路の概略構成図である。

【図 3】 正常時における第 1, 第 2 電圧及びトルク検出電圧の状態を示す図である。

【図 4】 中立状態でのトルク検出電圧の温度特性を示す図である。

【図 5】 中立点電圧の補正電圧を説明するための中立状態でのトルク検出電圧の温度特性を示す図である。

【図 6】 中立点電圧の調整電圧算出処理の手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0054】

1…トルクセンサ、2…ハウジング、3…入力軸、4…出力軸、5, 6…ベアリング、7…トーションバー、8…コア、9…スライダピン、  
11, 12…コイル、13, 14…抵抗、15…トランジスタ、16, 17…電圧信号線、  
20…トルク検出回路、21, 22…コンデンサ、23, 24…平滑回路、25, 26…抵抗、27…差動アンプ、28…抵抗、  
30…CPU、31…メモリ、32…モータドライバ、33…モータ、  
35…温度センサ。